

**ANALISIS KERUSAKAN AKIBAT MUATAN LEBIH
ANGKUTAN BARANG TERHADAP PERKERASAN JALAN
DAN UMUR JALAN
(STUDI KASUS DI JEMBATAN TIMBANG UPPKB SIMPANG
DUA PEMATANG SIANTAR, SUMATERA UTARA)**

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
HENGKI VERNANDO SIMANJUNTAK
NPM : 12 02 14568



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

PENGESAHAN


Laporan Tugas Akhir

ANALISIS KERUSAKAN AKIBAT MUATAN LEBIH ANGKUTAN BARANG TERHADAP PERKERASAAN JALAN DAN UMUR JALAN (STUDI KASUS DI JEMBATAN TIMBANG UPPKB SIMPANG DUA, PEMATANG SIANTAR, SUMATERA UTARA)

Oleh

Hengki Vernando Simanjuntak
NPM : 120214568

Telah disetujui oleh Pembimbing
Yogyakarta, ..27. 04.2018


Y. Lulie, Ir., M.T.

Disahkan Oleh :

Program Studi Teknik Sipil

 Ketua

Ir. A Y. Harijanto Setiawan, M. Eng., Ph.D.

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

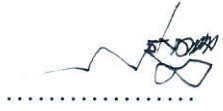


ANALISIS KERUSAKAN AKIBAT MUATAN LEBIH ANGKUTAN BARANG TERHADAP PERKERASAN JALAN DAN UMUR JALAN (STUDI KASUS DI JEMBATAN TIMBANG UPPKB SIMPANG DUA PEMATANG SIANTAR, SUMATERA UTARA)



HENGKI VERNANDO SIMANJUNTAK

NPM : 12 02 14568

Telah diuji dan di setujui

		Tanggal	Tanda Tangan
Ketua	: Yohannes Lulie, Ir. MT	27.04.2018	
Penguji	: Benidiktus Susanto, ST., MT	27.04.2018	
Penguji	: Y. Hendra Suryadharma, Ir., MT	27-04-2018	

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

ANALISIS KERUSAKAN AKIBAT MUATAN LEBIH ANGKUTAN BARANG TERHADAP PERKERASAN JALAN DAN UMUR JALAN (DI JEMBATAN TIMBANG UPPKB SIMPANG DUA, PEMATANG SIANTAR, SUMATERA UTARA).

Benar benar merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Jika terbukti kemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada rector Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Yogyakarta, 21 Februari 2018

Yang membuat pernyataan


(Hengki Vernando S)

KATA HANTAR

Puji dan Syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasih-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS KERUSAKAN AKIBAT MUATAN LEBIH ANGKUTAN BARANG TERHADAP PERKERASAN JALAN DAN UMUR JALAN (DI JEMBATAN TIMBANG UPPKB SIMPANG DUA, PEMATANG SIANTAR, SUMATERA UTARA)” adalah untuk melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M. Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Y. Lulie, Ir., M.T selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
5. Kedua orang tua saya, kedua kakak dan adik saya yang telah memberikan cinta, perhatian, dukungan, semangat dan doa selama penulisan dan pelaksanaan Tugas Akhir ini.
6. Karyawan ataupun staff UPPKB Simpang Dua Pematang Siantar yang telah membantu dalam memberikan data penelitian.
7. Teman-teman kost teratai dan teman seangkatan yang telah banyak membantu dalam bentuk dukungan doa dan semangat.

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA HANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
INTISARI	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	2
1.2	Perumusan Masalah	3
1.3	Batasan Masalah	3
1.4	Tujuan Penelitian	3
1.5	Manfaat Penelitian	4
1.6	Lokasi Pelaksanaan Penelitian	4
1.7	Kerangka Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Klasifikasi Jalan	7
2.1.1.	Klasifikasi menurut fungsi jalan	7
2.1.2	Klasifikasi menurut kelas jalan	8
2.2	Perkerasan Jalan	11
2.3	Jembatan Timbang	11

BAB III LANDASAN TEORI

3.1	Jenis atau Tipe Perkerasan Jalan.....	13
3.2	Jenis Kerusakan Konstruksi pada Perkerasan Jalan.....	17
3.3	Batasan Muatan dan Toleransi Muatan Lebih	19
3.4	Indeks Permukaan (IP)	20
3.5	Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan Rumus Lintas Ekivalen.....	23
3.6	Pengurangan Umur Rencana Jalan	24
3.7	Faktor Kerusakan Jalan	26

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Umum.....	29
4.2	Pengumpulan Data	29
4.3	Teknik Analisis Data.....	31
4.4	Lokasi Penelitian.....	33

BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISIS

5.1	Perhitungan Jumlah Kendaraan Rencana Terkoreksi (asumsi pada kendaraan melanggar dan kendaraan tidak melanggar).....	35
5.2	Perhitungan Nilai Ekivalen (asumsi melanggar dan tidak melanggar)	37
5.2.1	Nilai Ekivalen Tidak Melanggar	37
5.2.2	Nilai Ekivalen Kendaraan Melanggar.....	38
5.3	Perhitungan LER (Lintas Ekivalen Rencana)	
5.3.1	Perhitungan LER Rencana	41
5.3.2	Perhitungan LER Aktual	43
5.4	Pengurangan Umur Rencana Jalan	46

5.5	Pembahasan	52
-----	------------------	----

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan	53
-----	------------------	----

6.2	Saran.....	54
-----	------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Jalan Secara Umum Menurut Kelas, Fungsi, Dimensi, Kendaraan Maksimum dan Muatan Sumbu Terberat (MST).....	9
Tabel 2.2	MST Pada Kelas Jalan	9
Tabel 3.1	JBK Untuk Masing-masing Konfigurasi Kendaraan	20
Tabel 3.2	Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)	21
Tabel 3.3	Tabel Permukaan Akhir Umur Rencana (IPO)	22
Tabel 3.4	Angka Ekuivalen Beban Sumbu.....	28
Tabel 4.1	Kendaraan Rencana Tahun 2014.....	32
Tabel 5.1	Data Rencana Kendaraan Tidak Melanggar dan Melanggar (September – Desember).....	37
Tabel 5.2	Data Jumlah Kendaraan Rencana Terkoreksi 2014 (Asumsi Melanggar dan Tidak Melanggar)	39
Tabel 5.3	Angka Ekuivalen Kendaraan Tidak Melanggar	40
Tabel 5.4	Data Hasil Angka Ekuivalen Melanggar	41
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan LER Rencana	45
Tabel 5.6	Hasil Perhitungan LER Aktual.....	47
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Nilai $W_{rencana}$ dan W_{aktual}	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Kabupaten Siantar dan Daerah Sumatera Utara	6
Gambar 1.2	Jembatan Timbang UPPKB Simpang Dua Pematang Siantar.....	6
Gambar 3.1	Lapisan Perkerasan Lentur	13
Gambar 3.2	Lapisan Perkerasan Kaku	16
Gambar 3.3	Contoh Kerusakan Jalan	18
Gambar 4.1	Peta Jembatan Timbang UPPKB Simpang Dua Pematang Siantar.....	36
Gambar 5.1	Grafik Batang Kendaraan Melanggar dan Tidak Melanggar	38
Gambar 5.2	Grafik Perbandingan $W_{trencana}$ dan $W_{tactual}$	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rekapitulasi Jumlah Muatan Tahun 2014-2016	59
Lampiran 2. Hasil Timbang Kelebihan Beban Kendaraan Ringan	
JBI 2.000 Kg (2 ton).....	61
Lampiran 3. Hasil Timbang Kelebihan Beban Kendaraan JBI 8.000 Kg	
(8 ton)	62
Lampiran 4. Hasil Timbang Kelebihan Beban Kendaraan	
JBI 13.000 Kg (13 ton).....	63
Lampiran 5. Hasil Timbang Kelebihan Beban Kendaraan	
JBI 21.000 Kg (21 ton).....	64
Lampiran 6. Rekapitulasi Beban Melanggar Masing masing Kendaraan	65

INTISARI

ANALISIS KERUSAKAN JALAN AKIBAT MUATAN LEBIH ANGKUTAN BARANG TERHADAP PERKERASAN JALAN DAN UMUR JALAN (STUDI KASUS DI JEMBATAN TIMBANG UPPKB SIMPANG DUA PEMATANG SIANTAR, SUMATERA UTARA), Hengki Vernando Simanjuntak, NPM: 12.02.14568, tahun 2018, Bidang Peminatan Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam pengawasan dan pengamanan jalan jembatan timbang berperan penting dalam pengawasan kendaraan angkutan barang. Seperti yang tertera pada Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pada pasal 169 ayat (1) dan (2), bahwa pengemudi dan/atau perusahaan angkutan umum barang wajib mematuhi ketentuan mengenai tata cara pemuatan, daya angkut, dimensi kendaraan, dan kelas jalan. Untuk mengawasi pemenuhan terhadap ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan pengawasan muatan angkutan barang yaitu jembatan timbang.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung penurunan umur rencana perkerasan Jalan Lintas Tengah Sumatera sehingga dapat memberikan masukan pada Pemerintahan Daerah Kabupaten Pematang Siantar sebagai rekomendasi untuk mengatasi kerusakan jalan yang diakibatkan pelanggaran beban muatan berlebih pada kendaraan angkutan barang. Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan antara total lintasan beban rencana dengan total lintasan beban aktual (dengan dasar asumsi beban rencana sebagai beban kendaraan tidak melanggar dan beban aktual sebagai beban kendaraan melanggar). Data yang didapatkan antara lain: data primer yaitu hasil pengamatan jumlah pelanggaran kendaraan angkutan barang dan beban kendaraan yang masuk di Jembatan Timbang UPPKB Simpang Dua dan data sekunder.

Hasil dari analisis adalah diketahui bahwa telah terjadi penyimpangan beban kendaraan ringan dengan Jumlah Berat yang Diijinkan (JBI) 2 ton menjadi 2,622 ton, kendaraan truk dengan JBI 8 ton menjadi 8,513 ton, kendaraan truk dengan JBI 13 ton menjadi 14,92 ton dan kendaraan truk dengan JBI 21 ton menjadi 23,62 ton. Karena adanya penyimpangan beban tersebut mengakibatkan pengurangan umur rencana jalan dari 5 tahun menjadi 4,829 tahun, sehingga perlu tindakan secara tegas dalam pembatasan jumlah berat kendaraan angkutan barang agar tidak melebihi Muatan Sumbu Terberat (MST) dan perencanaan transportasi darat yang tepat guna yaitu penurunan muatan dan sanksi tidak boleh lewat bagi kendaraan yang melanggar.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jalan raya merupakan salah satu fasilitas transportasi darat yang sangat penting dalam aspek kegiatan manusia dari suatu kawasan ke kawasan lainnya. Sehingga kondisi jalan diharapkan dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna prasarana jalan raya. Jalan raya juga merupakan salah satu aspek pelayanan pendukung seperti di aspek perdagangan, pendidikan, pekerjaan dan lain-lain. Seperti yang sudah diatur dalam Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang jalan, dimana jalan merupakan prasarana transportasi yang memegang peranan penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, dan pertahanan keamanan.

Seiring meningkatnya jumlah penduduk di suatu daerah, maka kebutuhan sarana transportasi juga meningkat sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kualitas jalan raya yang berdampak pada kerusakan jalan. Akibat dari kerusakan jalan tersebut merupakan masalah yang kompleks dan kerugian bagi pengguna jalan, seperti kemacetan, waktu tempuh yang lama, kecelakaan dan lain-lain.

Faktor-faktor penyebab kerusakan jalan itu sendiri, yaitu umur rencana jalan yang telah dilewat, kurangnya drainase sehingga menimbulkan genangan air pada badan jalan, kelebihan muatan, perencanaan, pengawasan, dan pelaksanaan tidak sesuai standart yang sudah ditetapkan.

Untuk melakukan pengawasan dan pengamanan jalan terhadap muatan yang lebih (*overload*) seperti yang tertera pada Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pasal 169 ayat (1) sampai (3) yang mengatakan bahwa pengemudi dan/atau Perusahaan Angkutan Umum barang wajib mematuhi ketentuan mengenai tata cara pemuatan, daya angkut, dimensi Kendaraan, dan kelas jalan. Untuk mengawasi pemenuhan terhadap ketentuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan pengawasan muatan angkutan barang. Pengawasan muatan angkutan barang dilakukan dengan menggunakan alat penimbangan.

Kurangnya penanganan terhadap muatan lebih angkutan barang diharapkan pemerintah setempat dapat memberikan sanksi hukum bagi pelanggar muatan lebih.

1.2. Rumusan Masalah

Akibat dari pelanggaran kelebihan muatan yang terjadi di jalan yang mengakibatkan kerusakan jalan dan umur rencana jalan tidak sesuai rencana, maka perlu diadakan penelitian atau perhitungan terhadap besarnya pengurangan umur jalan yang diakibatkan oleh pelanggaran kelebihan muatan.

1.3. **Batasan Masalah**

1. Lokasi penelitian di Jembatan Timbang UPPKB Simpang Dua, Kabupaten Pematang Siantar, Sumatera Utara
2. Pengambilan data sekunder berupa data pelanggaran beban diambil selama seminggu.
3. Jenis perkerasan jalan yang digunakan adalah perkerasan lentur (*Flexible pavement*).
4. Jenis kendaraan dibatasi pada kendaraan tidak melanggar dan melanggar.
5. Jenis kendaraan yang melanggar dibatasi pada kendaraan yang masuk di jembatan timbang dan disesuaikan dengan jenis kendaraan yang terdapat dalam perencanaan jalan.
6. Pencatatan data sekunder berupa data beban actual masing-masing kendaraan dibatasi pada jenis kendaraan yang terdapat dalam perencanaan jalan.
7. Perhitungan mengenai kelebihan muatan yang mengakibatkan pengurangan rencana umur jalan dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif.

1.4. **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Mengitung pengaruh muatan lebih yang mengakibatkan penurunan umur rencana jalan.
2. Mengetahui akibat dari pelanggaran kelebihan muatan.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat antara lain:

1. Memberi wawasan kepada kendaraan angkutan barang tentang kelebihan muatan yang dapat menyebabkan kurugian berupa penurunan umur rencana jalan.
2. Diharapkan menjadi bermanfaat dan masukan untuk pihak DLLAJ pentingnya pengawasan dan pengendalian tentang muatan lebih.
3. Hasil penelitian ini diharapkan Pemerintah khususnya DLLAJ memberi sanksi hukum terhadap pelanggaran muatan lebih.
4. Sebagai pengetahuan tambahan bagi pembaca akan pentingnya pengaruh muatan berlebih pada umur rencana jalan.

1.6. Lokasi Pelaksanaan Tugas Akhir

Studi kasus bertempat di Jembatan Timbang UPPKB Simpang Dua, Kabupaten Pematang Siantar, Sumatera Utara. Lokasi/wilayah pengamatan tentang kondisi fisik jalan diambil sepanjang 10 km di sepanjang Jalan Lintas Sumatera Utara, Kabupaten Pematang Siantar, Sumatera Utara.

1.7. Kerangka Penulisan

Agar penyusunan Tugas Akhir ini dapat tersusun dengan baik dan teratur maka perlu adanya kerangka penulisan yang terbagi dalam 6 bab yaitu:

1.7.1 Bab I: Pendahuluan

Bab pertama berisikan tentang latar belakang masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini dengan lebih jelas. Dalam bab ini juga membahas perumusan masalah yang berisi penjelasan mengenai alasan-alasan mengapa masalah yang akan dibahas perlu diungkapkan. Bab ini terdiri dari : latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, lokasi penelitian dan sistematika penulisan.

1.7.2. Bab II: Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini berisi tentang sumber-sumber pustaka mengenai teori dari penelitian ini. Pernyataan-pernyataan yang dikutip dari buku-buku tersebut dijadikan sebagai bahan acuan untuk penelitian ini.

1.7.3. Bab III: Landasan Teori

Landasan teori akan menjelaskan teori-teori pendukung dan juga kajian-kajian yang terkait dengan penelitian ini, baik dari rumus-rumus maupun cara kerja serta penjelasan-penjelasan yang mendukung penelitian ini.

1.7.4. Bab IV: Metodologi Penelitian

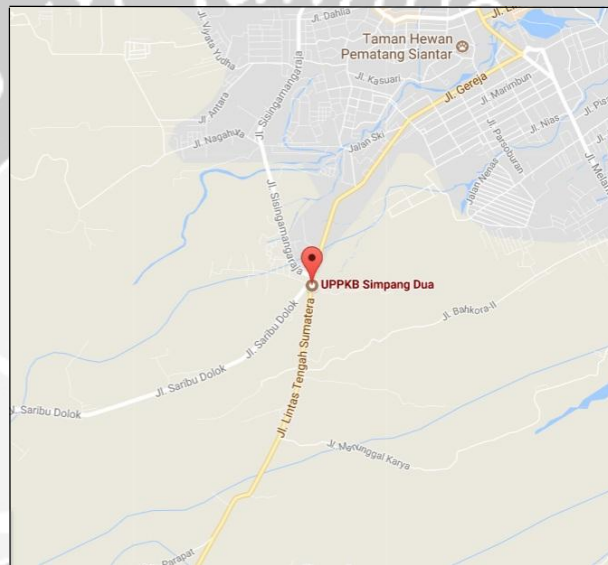
Bab ini akan menyajikan metode penelitian berupa tahapan-tahapan penelitian ini mulai dari persiapan alat, sampai dengan pelaksanaan penelitian.

1.7.5. Bab V: Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dalam bab ini akan diuraikan hasil-hasil dari penelitian serta data yang diperoleh dari lapangan. Bab ini juga menyajikan pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

1.7.6. Bab VI: Kesimpulan dan Saran

Bab terakhir ini akan disajikan kesimpulan dari penelitian dan saran-saran yang mungkin diperlukan guna menyempurnakan penelitian ini dan juga untuk penelitian–penelitian selanjutnya.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Jl. Lintas Tengah Sumatera, Kabupaten Pematang Siantar, Sumatera Utara



Gambar 1.2 UPPKB Simpang Dua Pematang Siantar, Kabupaten Pematang Siantar, Sumatera Utara

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Jalan merupakan sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antardaerah, membentuk dan memperkuat kesatuan nasional untuk memantapkan pertahanan dan keamanan nasional, serta membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional. (*Undang-undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan*)

Wignall (1999) Tujuan utama pembuatan struktur perkerasan jalan adalah untuk mengurangi tegangan atau tekanan akibat beban atau muatan kendaraan sehingga nilai tekanan atau tegangan yang diterima oleh tanah dasar semakin berkurang.

2.1 Klasifikasi Jalan

2.1.1. Klasifikasi menurut fungsi jalan

Berdasarkan Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 Pasal 8, klasifikasi menurut fungsi jalan sebagai berikut:

- a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan

masuk dibatasi secara berdaya guna. (Undang-undang RI No. 38 Tahun 2004 pasal 8 ayat (2) tentang Pengelompokan Jalan).

- b. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi. (Undang-undang RI No. 38 Tahun 2004 pasal 8 ayat (3) tentang Pengelompokan Jalan).
- c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi. (Undang-undang RI No. 38 Tahun 2004 pasal 8 ayat (4) tentang Pengelompokan Jalan).
- d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah. (Undang-undang RI No. 38 Tahun 2004 pasal 8 ayat (5) tentang Pengelompokan Jalan).

2.1.2. Klasifikasi menurut kelas jalan

- a. Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton, dan kemampuan jalan tersebut dalam menyalurkan kendaraan dengan dimensi maksimum tertentu
- b. Klasifikasi menurut kelas jalan, fungsi jalan dan dimensi kendaraan maksimum (panjang dan lebar) kendaraan yang diijinkan melalui jalan tersebut, secara umum dapat dilihat dalam Tabel 1; (sesuai pasal 11, Peraturan Pemerintah RI No. 43/1993).

Tabel 2.1 Klasifikasi jalan secara umum menurut kelas, fungsi, dimensi kendaraan maksimum dan muatan sumbu terberat (MST)

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan maksimum		Muatan Sumbu terberat (ton)
		Panjang (m)	Lebar (m)	
I	Arteri	18	2,5	> 10
II		18	2,5	10
III A		18	2,5	8
III A	Kolektor	18	2,5	8
III B		12	2,5	8
III C	Lokal	9	2,1	8

(Pasal 11, PP.No.43/1993)

Muatan sumbu terberat adalah jumlah tekanan maksimum roda terhadap jalan, penetapan muatan sumbu terberat ditujukan untuk mengoptimalkan antara biaya konstruksi dengan efisiensi angkutan. Muatan sumbu terberat untuk masing-masing kelas jalan ditunjukkan dalam daftar berikut:

Tabel 2.2 MST Pada Kelas Jalan

Kelas Jalan	MST
I	Belum ditetapkan (1)
II	10 ton
III	8 ton

(1) Belum ditetapkan, beberapa Negara Eropa sudah ditetapkan 13 ton (Wikipedia)

- c. Muatan Sumbu Terberat ditentukan dengan pertimbangan kelas jalan terendah yang dilalui, kekuatan ban, kekuatan rancangan sumbu, dan jumlah yang diperbolehkan yang ditetapkan oleh pabrikan. Penghitungan Muatan Sumbu

Terberat menggunakan prinsip kesetimbangan momen gaya. Muatan sumbu terberat untuk masing masing kelas jalan ditunjukkan dalam daftar berikut bunyi dari pasal 11,PP.No.43/1993:

(1) Jalan Kelas I

Jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diijinkan lebih besar dari 10 ton.

(2) Jalan Kelas II

Jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diijinkan 10 ton.

(3) Jalan Kelas IIIA

Jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diijinkan 8 ton.

(4) Jalan Kelas IIIB

Jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diijinkan 8 ton.

(5) Jalan Kelas IIIC

Jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diijinkan 10 ton.

2.2. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas Agregat yang dipakai, yaitu:

1. Batu pecah.
2. Batu belah.
3. Batu kali.
4. Hasil samping peleburan baja.

Bahan ikat yang dipakai :

1. Aspal.
2. Semen.
3. Tanah liat.

(<http://sudarman28.blogspot.co.id>)

2.3. Jembatan Timbang

Berdasarkan Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pada pasal (1) dan (2), bahwa pengemudi dan/atau perusahaan angkutan umum barang wajib mematuhi ketentuan mengenai cara pemuatan, daya angkut, dimensi kendaraan, dan kelas jalan. Untuk mengawasi pemenuhan terhadap

ketentuan sebagaimana dimaksud pada pasal (1) dilakukan pengawasan muatan angkutan barang yaitu jembatan timbang. Keberadaan jembatan timbang adalah salah satu kebijakan untuk melindungi kerusakan jalan akibat muatan lebih serta untuk keselamatan lalu lintas. Alat penimbangan yang dipasang secara tetap tersebut dilengkapi dengan fasilitas penunjang dan dioperasikan oleh pelaksana penimbangan.

Fungsi dan Kewenangan jembatan timbang diatur dalam PP Nomor 25 Tahun 2000 tentang program pembangunan nasional, segala ketentuan mengenai jembatan timbang serta penetapan standar batas maksimum muatan dan berat kendaraan pengangkutan barang merupakan kewenangan provinsi sebagai daerah otonom. Hal ini didukung oleh Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan 81 Tahun 2004 yang telah dikatakan dalam poin (a) Bahwa dalam implementasi Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 khususnya yang berkaitan dengan penanganan jembatan timbang telah diatur ketentuan mengenai kewenangan dalam pengelolaan jembatan timbang.

BAB III

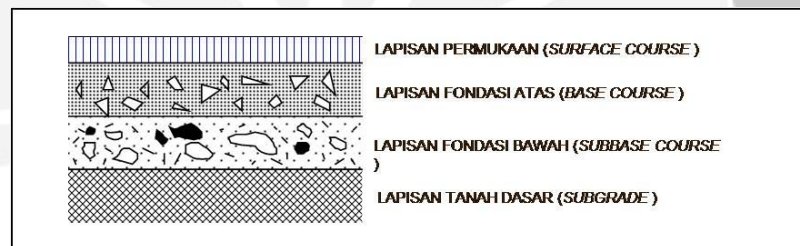
LANDASAN TEORI

3.1. Jenis atau Tipe Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan beberapa jenis, yaitu:

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.



Gambar 3.1. Lapisan Perkerasan Lentur

Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu-lintas ke tanah dasar yang dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut adalah :

1) Lapisan permukaan / penutup (*surface course*)

Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan jalan yang paling atas.

Lapisan tersebut berfungsi sebagai berikut :

- a. Lapis perkerasan penahan beban roda, yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan roda selama masa pelayanan.
- b. Lapisan kedap air. Air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.

- c. Lapis aus (*wearing course*), lapisan ulang yang langsung menderita gesekan akibat roda kendaraan.
- d. Lapis-lapis yang menyebabkan beban ke lapisan dibawahnya sehingga dapat dipukul oleh lapisan lain dengan daya dukung yang lebih jelek.

2) Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapis pondasi atas adalah bagian lapis perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah.

Lapisan pondasi atas ini berfungsi sebagai:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya
- b. Bantalan terhadap lapisan permukaan

Bahan untuk lapis pondasi atas cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknis. Berbagai macam bahan alam/bahan setempat ($CBR > 50\%$, $PI < 4\%$) dapat digunakan sebagai bahan lapisan pondasi atas, antara lain batu merah, kerikil, dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

3) Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

Lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dengan tanah dasar.

Lapis pondasi bawah berfungsi sebagai:

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.

- b. Bantalan terhadap lapisan permukaan.
- c. Efisiensi penggunaan material dimana material pondasi bawah lebih murah daripada lapisan di atasnya.
- d. Lapisan partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

Bahannya dari bermacam-macam bahan setempat ($\text{CBR} > 20\%$, $\text{PI} < 10\%$) yang relatif jauh lebih baik dengan tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen Portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan agar didapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

Bahannya dari bermacam-macam bahan setempat ($\text{CBR} > 20\%$, $\text{PI} < 10\%$) yang relatif jauh lebih baik dengan tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen Portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan agar didapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

4) Lapisan tanah dasar (*sub grade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan tergantung dari sifat-sifat daya dukung tanah dasar.

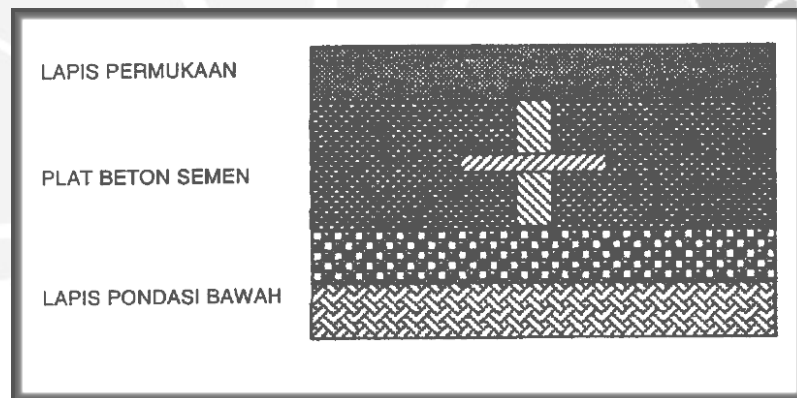
Persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah :

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat perubahan lalu lintas
- b. Sifat kembang susut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.

- c. Daya dukung tanah yang tidak merata, sukar di tentukan secara pasti ragam tanah yang sangat berbeda sifat dan kelembabannya.
- d. tanah yang sangat berbeda sifat dan kelembabannya.

2. Perkerasan kaku (*Rigid pavement*)

Perkerasan jalan beton semen atau secara umum disebut perkerasan kaku, terdiri atas plat (*slab*) beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan.



Gambar 3.2. Lapisan Perkerasan Kaku

Berdasarkan adanya sambungan dan tulangan plat beton perkerasan kaku, perkerasan beton semen dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis sebagai berikut :

- 1). Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan tanpa tulangan untuk kendali retak.
- 2). Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan dengan tulangan plat untuk kendali retak. Untuk kendali retak digunakan *wire mesh* diantara siar dan penggunaannya independen terhadap adanya tulangan dowel.

- 3). Perkerasan beton bertulang menerus (tanpa sambungan). Tulangan beton terdiri dari baja tulangan dengan prosentasi besi yang relatif cukup banyak (0,02 % dari luas penampang beton).

Pada saat ini, jenis perkerasan beton semen yang populer dan banyak digunakan di negara-negara maju adalah jenis perkerasan beton bertulang menerus.

3. Gabungan *rigid pavement* dan *flexible pavement* (*Composite pavement*)

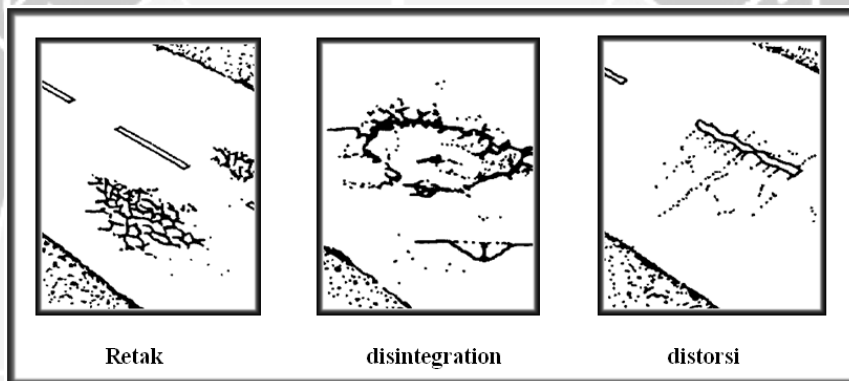
Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya.

3.2. Jenis Kerusakan Konstruksi Pada Perkerasan Jalan

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan No : 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas :

1. Retak (*cracking*), yaitu retak yang sudah mencapai dasar slab beton.
2. Distorsi (*distortion*), terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat lalu lintas.
3. Cacat permukaan (*disintegration*), yang mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan.

4. Pengausan (*polished aggregate*), terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical.
5. Kegemukan (*bleeding or flushing*), pada temperature tinggi, aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda. Kegemukan dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan *prime coat* atau *tack coat*.



Gambar 3.3. Contoh Kerusakan Jalan

Penurunan pada bekas penanaman utilitas (*utility cut depression*), terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat, dapat diperbaiki dengan dibongkar kembali dan diganti dengan lapis yang sesuai.

3.3. Batasan Muatan dan Toleransi Muatan Lebih

Penindakan toleransi muatan lebih perlu diambil sebagai kebijaksanaan penindakan muatan lebih, hal ini disebabkan karena tidak mungkin Pemerintah dengan seketika menindak kendaraan yang bermuatan lebih sesuai batas muatan kelas jalan. Secara berangsur-angsur muatan akan disesuaikan dengan batas sesuai kelas jalan. Misalnya untuk tahap pertama diberikan toleransi 70%, artinya sebuah kendaraan masih diberikan dispensasi muatan 170% dengan batas kelas jalan. Secara berangsur toleransi muatan akan dikurangi menjadi 50%, kemudian 30%, dan seterusnya.

Misalnya sebuah truk dengan konfigurasi 1 - 2.2 atau Truk Tronton dan 1 - 2.2 - 2.2.2 atau trailer pada Jalan Kelas II masing-masing diberi JBI 22 ton dan 43 ton (lihat Tabel di bawah ini), berarti dengan toleransi 70% untuk Kelas II muatan menjadi $170\% \times 22 \text{ ton}$ sama dengan 37,4 ton, dan $170\% \times 43 \text{ ton}$ sama dengan 73,1 ton.

Ini berarti pada toleransi 70% untuk Truk Tronton 1 - 2.2 dengan muatan 50 ton dan Trailer 1 - 2.2 - 2.2.2 dengan muatan 90 ton, masing-masing kelebihan muatan 12,6 ton dan 16,9 ton harus dibongkar di lapangan penumpukan barang atau gudang. Seperti diketahui toleransi 70% adalah untuk keadaan sekarang, sedangkan rencananya Pemerintah akan mengurangi secara bertahap dan akhirnya diizinkan hanya 10% saja toleransi kelebihan muatan.

Tabel 3.1. JBI Untuk Masing-masing Konfigurasi Kendaraan

Konfigurasi sumbu	Jumlah sumbu	Jenis	JBI Kelas II	JBI Kelas III
1-1	2	Truk Engkel	12 ton	12 ton
1-2	2	Truk Besar	16 ton	14 ton
1-2.2	3	Truk Tronton	22 ton	20 ton
1.1-1.2	4	Truk 4 sumbu	30 ton	26 ton
1-2-2.2	4	Trailer	34 ton	38 ton
1-2.2-2.2	5	Trailer	40 ton	32 ton
1-2.2-2.2.2	6	Trailer	43 ton	40 ton

Sumber: Ditjen Perhubungan Darat

3.4. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat, adapun beberapa nilai IP beserta artinya seperti yang tersebut di bawah ini:

IP = 1,0 menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu arus lalu lintas kendaraan

IP = 1,5 tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)

IP = 2,0 tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih aktif/bagus

IP = 2,5 menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), menurut daftar di bawah ini :

Tabel 3.2. Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER (Lintas Ekivalen Rencana)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5-2,0	-
10 - 100	1,5	1,5-2,0	2,0	-
100 - 1000	1,5-2,0	2,0	2,0-2,5	-
>1000	-	2,0-2,5	2,5	2,5

1) LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal
 Catatan: Pada proyek proyek penunjang jalan, jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.
Sumber: Metode Analisis Komponen 1987

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagai mana diperlihatkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.3. Indek Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo
LASTON	≥ 4
	3,9 - 3,5
LASBUTAG	3,9 - 3,5
	3,4 - 3,0
HRA	3,9 - 3,5
	3,4 - 3,0
BURDA	3,9 - 3,5
BURTU	3,4 - 3,0
LAPEN	3,4 - 3,0
	2,9 - 2,5
LATASBUM	2,9 - 2,5
BURAS	2,9 - 2,5
LATASER	2,9 - 2,5
JALAN TANAH	$\leq 2,4$
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$

3.5. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan Rumus Lintas Ekuivalen

Lintas lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median.

Lintas ekuivalen permulaan (LEP) adalah jumlah lintas harian rerata sumbu tunggal 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana, dihitung dengan rumus:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad (3-1)$$

keterangan

j : jenis kendaran

C : koefisien distribusi kendaraan

E : angka ekuivalen

Lintas ekuivalen akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rerata dan sumbu tunggal 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana, dihitung dengan rumus:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j \times 1 + 1^{UR} \times C_j \times E_j \quad (3-2)$$

keterangan:

I : Perkembangan lalu lintas

J : Jenis kendaraan

Lintas ekuivalen tengah (LET) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rerata dari sumbu tunggal 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana, dihitung dengan rumus:

$$LET = 1/2 (LEP + LEA) \quad (3-3)$$

Lintas ekivalen rencana (LER) adalah besaran dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana, dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LER = LET \times FP \quad (3-4)$$

Faktor penyesuaian (FP) tersebut diatas ditentukan dengan rumus:

$$FP = UR/10 \quad (3-5)$$

3.6. Pengurangan Umur Rencana Jalan

Pada perhitungan pengurangan umur rencana (umr perbaikan) jalan didapat dari penurunan umur rencana jalan akibat sejumlah repetisi beban melebihi dari jumlah repetisi beban standar yang telah direncanakan. Penurunan umur rencana jalan dicari dengan menghitung indeks tebal perkerasan yang telah direncanakan (ITP rencana), nilai ITP ini dihitung dari $W_{t\text{rencana}}$ yang telah diketahui.

Untuk menghitung besarnya jumlah $W_{t\text{rencana}}$ dan $W_{t\text{aktual}}$ diasumsikan kendaraan rencana menjadi kendaraan tidak melanggar (dengan beban rencana) dan kendaraan melanggar (dengan beban muatan lebih). Dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\log (Wt) = 5,93 + 9,36 \log (ITP + 1) - 4,79 \log (L1 + L2) + 4,33 \log (L2) + Gt/\beta \quad (3-6)$$

$$Gt = \log \frac{IP0 - IP1}{IP0 - 1,5} \quad (3-7)$$

$$\beta = 0,40 + \frac{0,081 L_1 + L_2^{3,23}}{ITP + 1^{5,19} \times L_2^{3,23}} \quad (3-8)$$

keterangan:

W_t : besarnya pengurangan beban standar yang terjadi selama umur rencana

G_t : fungsi logaritma dari perbandingan antara kehilangan tingkat pelayanan dari $IP = I_{po}$ sampai $IP = I_{pt}$ dengan kehilangan tingkat pelayanan dari $IP = 4,2$ (*IPo Asphalt concrete*) sampai $IP = 1,5$.

β : fungsi dari desai dan variasi beban sumbu yang berpengaruh terhadap bentuk grafik IP terhadap W

ITP : indeks Tebal Perkerasan

L_1 : beban sumbu kendaraan (dalam *kips*)

L_2 : kode sumbu (untuk sumbu tunggal, $L_2 = 1$; sumbu ganda $L_2 = 2$)

Penurunan umur rencana dihitung dengan rumus:

$$UP = \frac{W_{t_{aktual}}}{W_{t_{rencana}}} \times UR \quad (3-9)$$

keterangan:

$W_{t_{rencana}}$: besarnya pengurangan beban sumbu standar (dengan beban rencana), yang terjadi selama umur rencana

$W_{t_{aktual}}$: besarnya pengurangan beban sumbu standar (dengan beban aktual), yang terjadi selama umur rencana

UP : umur perbaikan (tahun)

UR : umur rencana (tahun)

3.7. Faktor Kerusakan Jalan

Lapisan perkerasan sering mengalami kerusakan atau kegagalan sebelum mencapai umur rencana. Kerusakan pada perkerasan dapat dilihat dari kegagalan fungsional dan struktural.

Kegagalan fungsional adalah apabila perkerasan tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan yang direncanakan dan menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan. Sedangkan kegagalan struktural terjadi ditandai dengan adanya rusak pada satu atau lebih bagian dari struktur perkerasan jalan yang disebabkan lapisan tanah dasar yang tidak stabil, beban lalu lintas, kelelahan permukaan, dan pengaruh kondisi lingkungan sekitar.

Kita sering menjumpai kerusakan jalan pada suatu ruas jalan, kerusakan ini bermacam macam, umumnya ada kerusakan jalan berupa retak-retak (*cracking*), berupa gelombang (*corrugation*), juga kerusakan berupa alur/cekungan arang memanjang jalan sekitar jejak roda kendaraan (*rutting*) da juga berupa genangan aspal dipermukaan jalan (*bleeding*), da nada juga berupa lobang-lobang (*pothole*). Kerusakan tersebut terjadi pada muka jalan yang menggunakan beton aspal sebagai lapis permukaannya.

Faktor kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh:

1. Lalu lintas, yang dapat berupa peningkatan beban, dan repetisi beban.
2. Air, yang dapat berasal dari air hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik, naiknya air akibat sifat kapilaritas.

3. Material konstruksi perkerasan. Dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan bahan yang tidak baik.
4. Iklim, Indonesia beriklim tropis, dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi, yang dapat merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah dasarnya memang jelek
6. Proses pemadatan lapisan diatas tanah dasar yang kurang baik.

Tabel 3.4. Angka Ekvivalen Beban Sumbu

Beban Sumbu		Angka Ekvivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	10,000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273

Lanjutan Tabel 3.4

10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	1,47815	1,2712

Sumber: Metode Analisis Komponen 1987

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Umum

Penelitian merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menemukan kebenaran dan juga merupakan sebuah penelitian kritis dan mempunyai peranan penting dalam memperoleh pengetahuan baru dan menambah ragan pengetahuan lama dalam pemecahan suatu masalah. Penelitian memerlukan suatu metodologi yang bertujuan untuk memperlancar dalam melaksanakan tugas akhir. Tempat yang diteliti adalah Jembatan Timbang UPPKB Simpang Dua . Agar penelitian ini dapat terarah dan mendapatkan hasil yang optimal sesuai dengan yang diharapkan, maka diperlukan data yang tepat.

4.2. Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data, data yang diperlukan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat dari pencarian data secara langsung dari sumber penelitian dalam rangka mencapai tujuan penelitian, yaitu meliputi: Pencatatan lokasi, hari, tanggal pelaksanaan, waktu, dan cuaca.

- a. Pencacatan arah lalu lintas, ukuran lokasi pengambilan data, data lebar ruas jalan raya.

- b. Volume kendaraan yang melintas. Dalam hal ini kendaraan yang dicatat adalah kendaraan truk sesuai kelas jalan yang telah ditentukan.
- c. Data kerusakan jalan yang terjadi pada jalan sejauh 10 km tepatnya di Simpang Dua Pematang Siantar.

2. Data Sekunder

Data diperoleh dari instansi-instansi dan media internet yang terkait dengan pembangunan atau pemeliharaan jalan dalam wilayah Kota Siantar, Sumatera Utara dan meminta sejumlah dokumentasi data dan peraturan perundangan yang berlaku. Survey sekunder termasuk juga *review* terhadap *literature* tentang jembatan timbang.

Data sekunder yang akan dikumpulkan adalah sebagai berikut :

- a. Data jumlah masing – masing kendaraan rencana

Tabel 4.1 Kendaraan Rencana Tahun 2014

Jenis Kendaraan	Kendaraan Rencana (smp)	Kendaraan Rencana Terkoreksi	
		TM*	M**
kendaraan ringan (2ton)	11.521	8.311	3.210
Truk 2 as (8ton)	2.145	1.407	738
Truk 2 as (14 ton)	1.866	1.488	378
Truk 2 as (21 ton)	920	682	238

Sumber: Dirjen Perhubungan Darat

- b. Data kendaraan melanggar dan tidak melanggar di Jembatan Timbang pada tahun 2014 sampai tahun 2016.
- c. Data perencanaan jalan berupa:
 1. Umur rencan: 5 tahun
 2. Asumsi pembangunan selama 1 tahun
 3. Jalur rencana: 2 jalur, 2 arah
 4. Koefisien distribusi kendaraan: 0,5
 5. Perkembangan lalu lintas awal survei jalan dibuka (i): 4.5%
 6. Perkembangan lalu lintas (r): 5%
 7. Faktor regional: 1
 8. Fungsi Jalan: Nasional

4.3. Teknik Analis Data

Data hasil survei dengan analisis deskriptif kualitatif dan kumulatif sesuai dengan tujuan yang akan dicapai pada penelitian yaitu faktor perusak/angka ekivalen (*damage factor*), $W_{rencana}$, W_{aktual} dan umur perbaikan jalan.

1. Faktor Perusak (Angka Ekivalen)

$$Damage Factor (E) = k \left(\frac{Beban sumbu kendaraan}{8,16} \right)^4 \quad (4-1)$$

keterangan:

k untuk sumbu tunggal = 1

k untuk sumbu tandem = 0,086

k untuk sumbu tridem = 0,053

E kendaraan = E sumbu depan + E sumbu belakang

2. Nilai Single Axle Load (ESAL)

Menentukan Lintas Ekvivalen Rencana (LER)

$$LEP = A \times E \times (1 + i)^n \quad (4-2)$$

$$LEA = LEP (1 + r)^n \quad (4-3)$$

$$LET = \frac{1}{2} LEP + LEA \quad (4-4)$$

$$LER = LET \times \frac{UR}{10} \quad (4-5)$$

Karena nilai LER yang menjadi dasar dalam analisis adalah nilai LER saat survey sehingga:

LER = Nilai lintas ekivalen Permukaan LEP maka,

$$LEP = LHR \times E \times C \times (+i)^n \quad (4-6)$$

keterangan:

LER : lintas ekivalen merupakan lintas ekivalen rata-rata

A : jumlah kendaraan yang dinyatakan beban sumbu untuk satu jenis kendaraan

C : koefisien distribusi lajur

E : daya rusak

r : factor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana

I : tingkat pertumbuhan lalu lintas saat survey

ESAL : Ekvivalen Single Axle Load atau Kumulatif Lintas Ekvivalen Beban Sumbu

N : umur rencana

3. $W_{rencana}$ dan W_{aktual}

W adalah besarnya pengulangan beban sumbu standar yang terjadi selama umur rencana. Dengan demikian $W_{rencana}$ adalah besarnya pengulangan beban sumbu standar dengan beban rencana yang terjadi selama umur rencana. Sedangkan W_{aktual} adalah besarnya pengulangan beban sumbu standar dengan beban aktual yang terjadi selama umur rencana. $W_{rencana}$ dan W_{aktual} dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \log (W_t) = 5,93 + 9,36 \log (ITP + 1) - 4,79 \log (L_1 + L_2) + \\ 4,33 \log (L_2) + \frac{GT}{\beta} \end{aligned} \quad (4-7)$$

Dimana Indeks Tebal Perkerasan (ITP), beban sumbu kendaraan dalam kips (L_1), kode sumbu (L_2) untuk sumbu tunggal $L_2=1$; sumbu ganda $L_2=2$, G_t adalah fungsi logaritma dari perbandingan antara kehilangan tingkat pelayanan jalan dari $IP = 4,2$ (IPo Asphalt Concrete) sampai $IP = 1,5$. β adalah fungsi dari desain dan variasi beban sumbu yang berpengaruh.

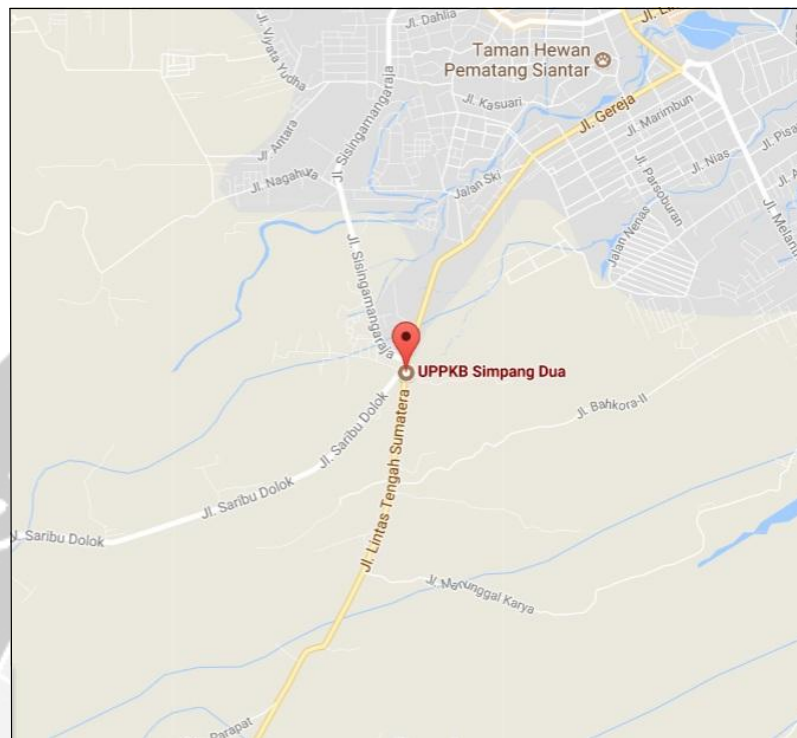
4. Sisa Umur Rencana/Umur Perbaikan

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru.

$$UP = \frac{W_{aktual}}{W_{rencana}} \times UR \quad (4-8)$$

4.4. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada ruas Jalan Lintas Sumatera Utara, Kabupaten Pematang Siantar, Sumatera Utara dengan jarak sejauh 10 km.



**Gambar 4.1 Peta Lokasi Jembatan Timbang UPPKB Simpang Dua
Pematang Siantar, Sumatera Utara**

Sumber : Aplikasi Google Map, diakses tanggal 29 Maret 2017

BAB V

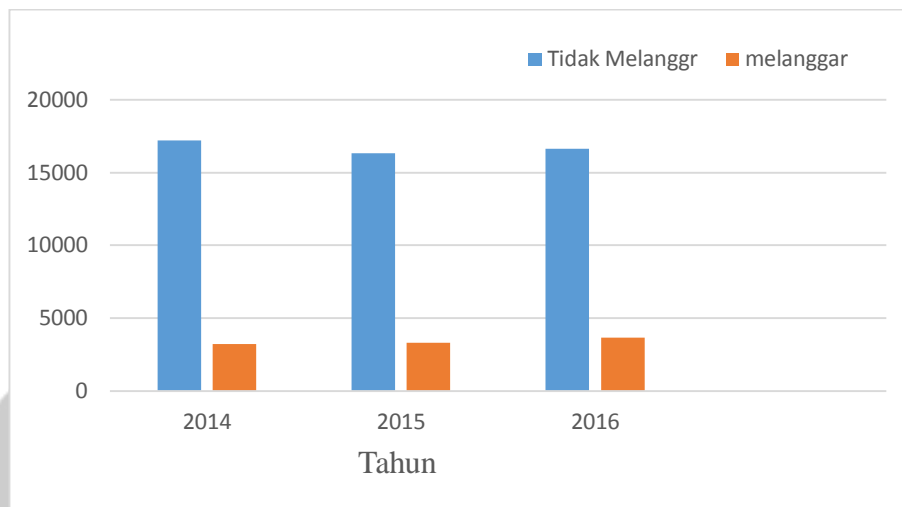
PEMBAHASAN DAN ANALISIS

5.1 Perhitungan Jumlah Kendaraan Rencana Terkoreksi (asumsi pada kendaraan yang melanggar dan kendaraan tidak melanggar)

Kendaraan rencana dengan asumsi pada kendaraan yang melanggar dan kendaraan tidak melanggar dihitung berdasarkan total rerata pelanggaran angkutan barang. Pada Tabel 5.1 dan Gambar 5.1 ditampilkan rerata pelanggaran yang terjadi di jembatan timbang Kulwaru selama kurun waktu 3 tahun. Keterbatasan data yang ada maka dalam satu tahun diambil 4 bulan pertama yang hasilnya diperoleh dari lampiran.

**Tabel. 5.1 Data Rencana Kendaraan Tidak Melanggar dan Melanggar
(September – Desember)**

Tahun	Jumlah kendraan ditimbang	Tidak melanggar	Melanggar
2014	20411	17193	3218
2015	19639	16328	3286
2016	20297	16628	3669
Total	60347	50149	10173
Rerata		0.831	0.169



Gambar 5.1 Diagram Kendaraan Melanggar dan Tidak Melanggar

Pada Tabel 5.1 menunjukkan kendaraan angkutan barang yang melanggar dan tidak melanggar pada tahun 2014, 2015 dan 2016 yang setiap tahunnya diwakili 4 bulan pertama yaitu pada bulan September sampai dengan bulan Desember. Melalui tabel dapat dilihat bahwa jumlah kendaraan angkutan barang yang melewati jembatan timbang pada tahun 2014 sebanyak 20411 kendaraan dan mengalami penurunan pada tahun 2015 yaitu sebanyak 19639 kendaraan. Pada tahun 2016 mengalami kenaikan jumlah kendaraan yang lewat yaitu 20297 kendaraan. Rerata jumlah kendaraan yang melanggar dan tidak melanggar selama 3 tahun yang diambil selama 4 bulan pertama dalam tiap tahunnya adalah 0,169 kendaraan yang melanggar dan 0,831 kendaraan yang tidak melanggar. Untuk mengetahui perbandingan jumlah kendaraan rencana melanggar dan tidak melanggar dapat menggunakan Tabel 5.2 yaitu tabel data kendaraan rencana terkoreksi tahun 2014.

**Tabel 5.2 Data Jumlah Kendaraan Rencana Terkoreksi 2014
(Asumsi Melanggar dan Tidak Melanggar)**

Jenis Kendaraan	Kendaraan Rencana (smp)	Kendaraan Rencana Terkoreksi	
		TM*	M*
kendaraan Ringan (2 ton)	11521	8311	3210
Truk 2 as (8 ton)	2145	1407	738
Truk 2 as (14 ton)	1866	1488	378
Truk 3 as (21 ton)	920	682	238

Keterangan *Tidak Melanggar, **Melanggar, Sumber: Dir. Perhubungan Darat

5.2. Perhitungan Nilai Ekuivalen (asumsi tidak melanggar dan melanggar)

5.2.1. Nilai ekuivalen tidak melanggar

Nilai ekuivalen kendaraan tidak melanggar adalah besarnya nilai kerusakan yang disebabkan oleh beban kendaraan yang sesuai dengan berat kendaraan yang diijinkan menurut beban yang terdapat dalam perencanaan jalan.

Untuk perhitungan angka ekuivalen dapat dihitung menurut rumus:

$$E \text{ sumbu tunggal} = (\text{beban sumbu tunggal, kg}/8160)^4$$

$$E \text{ sumbu ganda} = (\text{beban sumbu ganda, kg}/8160)^4 \times 0,086$$

$$E \text{ kendaraan} = E \text{ sumbu depan} + E \text{ sumbu belakang}$$

Perhitungan sebagai berikut:

Kendaraan ringan 2 ton (2000kg), dengan distribusi beban adalah 1 ton sumbu depan dan 1 ton sumbu belakang maka:

$$E \text{ sumbu depan} = \left(\frac{1000}{8160}\right)^4 = 0,0002$$

$$E \text{ sumbu belakang} = \left(\frac{1000}{8160}\right)^4 = 0,0002$$

$$E \text{ kendaraan} = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$$

Pada Tabel 5.3. dapat dilihat Perhitungan nilai ekivalen kendaraan rencana, Tabel tersebut menunjukkan angka ekivalen masing masing jenis kendaraan angkutan barang.

Tabel 5.3. Angka Ekivalen Kendaraan Tidak Melanggar

Uraian	Kendaraan ringan		Truk 2 as		Truk 2 as - 3 as		Truk 3 as - 4as	
Total Berat (ton)	2		8		14		21	
Sumbu	Depan	Belakang	Depan	Belakang	Depan	Belakang	Depan	Belakang
konfigurasi sumbu	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Ganda
% Distrubusi beban (ton)	50	50	37,3	62,5	38,5	61,5	30	70
Distribusi beban (ton)	1	1	3	5	5	8	6	14
E beban sumbu	0,0002	0,0002	0,018	0,141	0,141	0,924	0,292	0,745
E kendaraan	0,004		0,159		1,065		1,037	

Sumber : Dirjen Perhubungan Darat

5.2.2 Nilai ekivalen kendaraan melanggar

Nilai ekivalen kendaraan melanggar adalah besarnya kerusakan yang disebabkan tidak sesuai/melebihi dari berat kendaraan yang diijinkan sesuai dengan standar perencanaan jalan. Nilai ekivalen kendaraan melanggar dihitung dari rerata beban kendaraan yang melebihi beban standar perencanaan jalan. Pada Tabel 5.4 menunjukkan rerata beban kendaraan melanggar (kendaraan ringan, truk 2 as dan truk 3 as) yang hasilnya diperoleh dari lampiran.

Tabel 5.4 Data Hasil Angka Ekvivalen Kendaraan Melanggar

Uraian	Kendaraan ringan		Truk 2 as		Truk 2 as - 3 as		Truk 3 as - 4as	
Total Berat (ton)	2.622		8.513		14.92		23.62	
Sumbu	Depan	Belakang	Depan	Belakang	Depan	Belakang	Depan	Belakang
konfigurasi sumbu	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Ganda
% Distribusi beban (ton)	50	50	37,3	62,5	38,5	61,5	30	70
Distribusi beban (ton)	1,311	1,311	3,175	5,321	5,744	9,176	7,023	16.394
E beban sumbu	0,0006	0,0006	0,0229	0,1808	0,2455	1.599	0,5487	1.4011
E kendaraan	0,0012		0.2037		1.8445		1.9498	

Tabel di atas diketahui beban kendaraan melanggar untuk kendaraan ringan dengan JBI 2 ton sebesar 2,662 ton, truk dengan JBI 8 ton sebesar 8,513 ton, truk dengan JBI 14 ton sebesar 14,92 ton dan untuk truk dengan JBI 21 ton sebesar 23,42 ton. Tampak semakin besar beban kendaraan yang melanggar maka semakin besar pula nilai ekivalen kendaraan. Ini menunjukkan semakin besar pula angka kerusakan yang ditimbulkan oleh kendaraan yang melanggar terhadap jalan.

Berdasarkan pengaruh tentang daya rusak jalan (dinyatakan dalam angka ekivalen sumbu kendaraan, E), dari rumus sumbu tunggal (koefisien 1 dan eksponen 4) pada rumus sebagai berikut:

$$E_{\text{as tunggal}} = 1,00 \times \left(\frac{p}{8,16} \right)^4$$

Dari rumus dapat ditarik kesimpulan tentang beban aktual yang terjadi:

1. Pada kendaraan ringan dengan JBI 2 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 2,622 ton atau sebesar 1,311 kali lipatnya . Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,311 kali lipatnya (131,1%) akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 2,954 (atau $1,311^4$).
2. Pada kendaraan dengan JBI 8 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 8,513 ton atau sebesar 1,064 kali lipatnya. Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,064 kali lipatnya 106,4% akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 1,282 (atau $1,064^4$).
3. Pada kendaraan dengan JBI 13 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 14,92 ton atau sebesar 1,148 kali lipatnya. Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,148 pangkat empatnya atau 114,8% akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 1,737 (atau $1,148^4$).
4. Pada kendaraan dengan JBI 21 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 23,62 ton atau sebesar (1,124) kali lipatnya. Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,124 pangkat empatnya atau 112,4% akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 1,596 (atau $1,124^4$).

Setiap penambahan beban di atas menunjukkan kerusakan berpangkat 4 terhadap beban sumbu tunggal seberat 8,16 ton. Dengan nilai kerusakan yang sama besar 1 untuk sekalinya lewat. Kerusakan yang terjadi merupakan perkalian bilangan berpangkat empat yang menyebabkan setiap penambahan beban akan berakibat nilai daya perusakanya bertambah besar.

Data beban dengan masing-masing JBI diambil selama 7 hari dan mewakili data selama satu bulan. Hasil perhitungan dari penyimpangan beban dapat dilihat pada lampiran.

5.3 Perhitungan LER (Lintas Ekuivalen Rencana)

5.3.1 Perhitungan LER rencana

LER rencana adalah jumlah repetisi beban sumbu standar (sumbu tunggal roda ganda) yang diperkirakan akan terjadi selama umur rencana. Pada perencanaan jalan, direncanakan umur rencana 5 tahun dan dilakukan perbaikan aspal jalan pada tahun 2014 dengan pertumbuhan (i) selama masa pelaksanaan adalah sebesar 5% dengan asumsi pembangunan selama 1 tahun. Perhitungan LER rencana dapat dilihat pada Tabel 5.6. Tampak bahwa jumlah total lalu lintas kendaraan rerata dengan pertumbuhan 5% pada tahun 2015 adalah 17274,6 kendaraan/hari/2 arah. Perkiraan jumlah kumulatif repetisi beban sumbu standar kendaraan selama umur rencana 5 tahun adalah 22047,253. Angka ini menunjukkan batas kemampuan konstruksi jalan untuk mendukung sejumlah pengulangan beban standar yang telah direncanakan selama 5 tahun. Jika terjadi penyimpangan beban, maka yang terjadi adalah kondisi jalan yang masih baik tetapi umur pelayannya sudah berkurang. Berikut adalah contoh perhitungan LER rencana untuk jenis kendaraan ringan.

1. Perhitungan LER rencana pada tahun 2014 – 2020:

UR = 5 tahun (n=5), dengan pembangunan selama 1 tahun pada tahun 2014

Pertumbuhan lalu lintas pada saat pelaksanaan (i%) = 5

Pertumbuhan lalu lintas (r%)

$$r = \frac{(1+0,01.i)^{UR}-1}{0,01.i} = \frac{(1+0,01.0,05)^5-1}{0,01.0,05} = 5$$

2. Data LHR tahun survey 2014 untuk rencana kendaraan ringan adalah

11.521

$$\text{LHR 2015} = \text{LHR 2014} \times (1 + i)^n$$

$$= 11.521 \times (1 + 0,05)^1$$

$$= 12097,05$$

$$\text{LEP} = \text{LHR 2015} \times C \times E$$

$$= 12097,05 \times 0,5 \times 0,0004$$

$$= 2,419$$

$$\text{LEA} = \text{LEP} \times (1 + r)^n$$

$$= 2,419 \times (1 + 0,05)^5$$

$$= 3,088$$

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan LER Rencana

No	Uraian	Kend. Ringan JBI 2 ton - 8 ton	Kend. dengan JBI 8 ton - 14 ton	Kend. dengan JBI 14 ton - 21 ton	Kend. dengan JBI >21 ton	TOTAL
1	Umur Renacana	5	5	5	5	
2	(i) Masa pelaksanaan %	5	5	5	5	
3	(r) Perkembangan Lalu Lintas %	5	5	5	5	
4	LHR Tahun Survei 2014	11521	2145	1866	920	
5	LHR 2015 (LHR 2014 $(1+i)^n$)	12097.0 5	2252.25	1959.3	966	17274.6
6	Angka Ekvivalen (E)	0.0004	0.159	1.065	1.037	
7	Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	0,5	0,5	0,5	0,5	
8	LEP (LHR 2015 x C x E)	2.419	179.054	1043.327	500.871	1725.671
9	LEA (LEP x $(1+r)^n$)	3.087	228.523	1331.579	639.252	2202.441
10	LET [(LEP + LEA)/2]	2.753	203.7885	1187.453	570.061 5	1964.056
11	Faktor Penyesuaian (FP)[n/10]	0.5	0.5	0.5	0.5	
12	LER [LET x FP]	1.377	101.894	593.727	285.031	982.028

5.3.2 Perhitungan LER aktual

Perhitungan LER aktual merupakan nilai koreksi terhadap LER rencana yang terjadi akibat adanya pelanggaran kelebihan muatan di jalan. Koreksi tersebut dilakukan dengan asumsi kendaraan melanggar dan tidak melanggar. Pada perhitungan jumlah kendaraan rencana dihitung dari presentase kendaraan

melanggar dan tidak melanggar yang terjadi di jembatan timbang. Hasil perhitungan LER aktual dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Berikut contoh perhitungan LER rencana untuk jenis kendaraan adalah kendaraan ringan tidak melanggar.

1. Perhitungan LER rencana pada tahun 2014 – 2020

UR = 5 tahun (n=5), dengan pembangunan 1 tahun pada tahun 2014

Pertumbuhan lalu lintas pada saat pelaksanaan (i%) = 5

Pertumbuhan lalu lintas (r%)

$$r = \frac{(1+0,01.i)^{UR}-1}{0,01.i} = \frac{(1+0,01.0,05)^5-1}{0,01.0,05} = 5$$

2. Data LHR tahun survey 2014 kendaraan tidak melanggar adalah 8311

$$\text{LHR 2015} = \text{LHR 2014} \times (1 + i)^n$$

$$= 8311 \times (1 + 0,05)^1$$

$$= 8726,55$$

$$\text{LEP} = \text{LHR 2015} \times C \times E$$

$$= 8726,55 \times 0,5 \times 0,0004$$

$$= 1,745$$

$$\text{LEA} = \text{LEP} \times (1 + r)^n$$

$$= 1,745 \times (1 + 0,05)^5$$

$$= 2,227$$

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan LER aktual

No	Uraian	Kend. Ringan JBI 2 ton - 8 ton		Kend. dengan JBI 8 ton - 14 ton		Kend. dengan JBI 14 ton - 21 ton		Kend. dengan JBI > 21 ton		TOTAL
		TM*	M**	TM*	M*	TM**	M*	TM**	M*	
1	Umur Renacana	5		5		5	5	5	5	
2	(i) Masa pelaksanaan %	5		5		5	5	5	5	
3	(r) Perkembangan Lalu Lintas %	5	5	5	5	5	5	5	5	
4	LHR rencana	11521		2145		1866		920		
5	Proporsi	0.75	0.25	0.75	0.25	0.75	0.25	0.75	0.25	
6	LHR tahap survei 2014	8311	3210	1407	738	1488	378	682	238	
7	LHR 2015 (LHR $2014 \times (1+i)^n$)	8726.6	3370.5	1477.35	774.9	1562.4	396.9	716.1	249.9	
8	Angka Ekivalen (E)	0.0004	0.0012	0.159	0.2037	1.065	1.8445	1.037	1.9498	
9	Koef. Distribusi Kend. (C)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
10	LEP (LHR $2015 \times C \times E$)	1.745	2.022	117.449	78.924	831.978	366.041	371.298	243.628	2,013.085
11	LEA (LEP \times $(1+r)^n$)	2.228	2.581	149.898	100.729	1,061.838	467.171	473.881	310.937	2,569.263
12	LET [(LEP + LEA)/2]	1.9864	2.3017	133.674	89.8261	946.9081	416.61	422.59	277.282	2291.174
13	Faktor Penyesuaian (FP)[n/10]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
14	LER [LET \times FP]	0.9932	1.1508	66.8369	44.9131	473.454	208.3	211.29	138.641	1145.587

Berdasarkan perhitungan diketahui jumlah LER aktual sebesar 1145,587 lintasan dan besarnya LER ini melebihi dari yang telah direncanakan (LER rencana) yaitu 982.028 lintasan. Hal ini terjadi karena adanya jumlah pelanggaran lalu lintas kendaraan besar sebesar 14% dan besarnya beban pada masing-masing jenis kendaraan. Besarnya sejumlah LER aktual menunjukkan bahwa batas kapasitas konstruksi jalan akan melampaui pada umur rencana tertentu. Berarti terjadi

pengurangan umur rencana dari yang telah direncanakan. Perhitungan pengurangan umur rencana dapat dilihat pada sub bab berikutnya.

5.4 Pengurangan Umur Rencana Jalan

Pada perhitungan pengurangan umur rencana jalan didapatkan dari penurunan umur rencana jalan akibat sejumlah repetisi bahan melebihi dari jumlah beban standar yang telah direncanakan. Penurunan umur rencana jalan dicari dengan menghitung indeks tebal perkerasan yang telah direncanakan (ITP rencana), nilai ITP ini dihitung dari Wrencana yang telah diketahui. Perhitungannya seperti berikut:

Perhitungan nilai ITP rencana tahun pertama

Diketahui LER rencana 982,028 lintasan sumbu standar.

$$W_{t_{rencana}} = 982,028 \times 365 \times 1 = 358440,2 = 0,358.10^6$$

$$IP_0 = 3,9 \text{ (lihat Tabel 3.6)}$$

$$IP_1 = 2,5 \text{ (lihat Tabel 3.5)}$$

$$L_t = 18 \text{ Kips ; } L_1 = 1 \text{ (kode sumbu tunggal)}$$

Persamaan dasar:

$$\text{Log}(W_t) = 5,93 + 9,36 \text{ Log } (ITP + 1) - 4,79 \text{ Log } (L_1 + L_2) - 4,33 \text{ Log } (L_2) +$$

$$\frac{\text{Log } \frac{IP_0 - IP_1}{IP_0 - 1,5}}{0,40 + \frac{0,081 L_1 + L_2^{3,23}}{ITP + 1^{5,19} \times L_2^{3,23}}}$$

$$\text{Log}(W_t) = 5,93 + 9,36 \text{ Log } (ITP + 1) - 4,79 \text{ Log } (L_1 + L_2) - 4,33 \text{ Log } (L_2) +$$

$$\frac{\text{Log } \frac{IP_0 - IP_1}{IP_0 - 1,5}}{0,40 + \frac{0,081 L_1 + L_2^{3,23}}{ITP + 1^{5,19} \times L_2^{3,23}}}$$

$$\text{Log}(W_t) = 5,93 + 9,36 \text{ Log } (ITP + 1) - 4,79 \text{ Log } (L_1 + L_2) + 4,33 \text{ Log } (L_2) +$$

$$\frac{\text{Log } \frac{IP_0 - IP_1}{IP_0 - 1,5}}{0,40 + \frac{0,081 L_1 + L_2^{3,23}}{ITP + 1^{5,19} \times L_2^{3,23}}}$$

$$\text{Log}(22047,253) = 5,93 + 9,36 \text{ Log}(ITP+1) - 4,79 \text{ Log}(19) + 4,33 \text{ Log } (1) +$$

$$\frac{\text{Log } \frac{3,9 - 2,5}{3,9 - 1,5}}{0,40 + \frac{0,081 18 + 1^{3,23}}{ITP + 1^{5,19} \times 1^{3,23}}}$$

$$3,343 = 5,93 + 9,36 (ITP + 1) - 4,79 \text{ Log } (19) + 4,33 \text{ Log } (1) +$$

$$\frac{\text{Log } \frac{3,9 - 2,5}{3,9 - 1,5}}{0,40 + \frac{0,081 18 + 1^{3,23}}{ITP + 1^{5,19} \times 1^{3,23}}}$$

Nilai Indeks Tabel Perkerasan dihitung dengan uji *trial and error*.

Didapatkan nilai ITP = 1,41.

Perhitungan penurunan umur rencana mengacu pada nilai ITP tiap tahunnya kemudian $W_{t_{rencana}}$ dan dihitung pula jumlah lintasan sumbu standar. Cara perhitungannya dengan merencanakan atau memperkirakan nilai indeks permukaan awal dan akhir yang terjadi pada awal sampai akhir umur rencana (ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik). Cara perhitungan nilai $W_{t_{rencana}}$ sebagai berikut.

Diketahui

$$ITP = 1,41$$

$$Wt \text{ rencana} = 0,358 \cdot 10^6$$

$$\text{Umur} = \text{tahun ke } 1$$

$$\text{Rencana } Ipo = 3,9 ; IPt = 1,41$$

$$L1 = 18 ; L2 = 1$$

Nilai IPt atau indeks permukaan jalan akhir umur rencana adalah 1,41.

Untuk menghitung penurunan nilai indeks permukaan yang terjadi selama umur rencana digunakan rumus:

$$\frac{IP1 - Ipo}{\text{Umur rencana}} = \frac{3,9 - 2,5}{5} = 0,28$$

Jadi, berdasarkan perhitungan diatas penurunan nilai indeks permukaan yang terjadi selama umur rencana adalah 0,28. Kemudian pada tahun 1 perkiraan IPt yang terjadi merupakan hasil dari: $Ipo - 0,28 = 2,5 - 0,28 = 2,22$. Memasuki tahun ke II IPt adalah $2,22 - 0,28 = 1,94$ dan seterusnya.

1. Perhitungan Wt_{rencana} :

Persamaan telah sederhana menjadi:

$$\text{Log } Wt_{\text{rencana}} = 9,36 \log (ITP + 1) - 0,2 + \frac{\text{Log} \frac{Ipo - IPt}{Ipo - 1,5}}{0,40 + \frac{1094}{ITP + 1^{5,19}}}$$

$$\text{Log } Wt_{\text{rencana tahun 1}} = 9,36 \log (2,2 + 1) - 0,2 + \frac{\text{Log} \frac{3,9 - 1,41}{3,9 - 1,5}}{0,40 + \frac{1094}{2,2 + 1^{5,19}}}$$

$$\text{Log } Wt_{\text{rencana tahun 1}} = 9,36 \log (2,2 + 1) - 0,2 + \frac{0,016}{0,4 + 2,613}$$

$$\text{Log } Wt_{\text{rencana tahun 1}} = 4,554$$

$$Wt_{\text{rencana tahun 1}} = 35809,664$$

Untuk perhitungan $W_{t_{rencana}}$ tahun berikutnya dapat dilihat pada tabel 5.7 dan perhitungan selanjutnya adalah menghitung penurunan sejumlah lintasan akibat beban aktual melalui perbandingan antara $W_{t_{rencana}}$ dengan $W_{t_{aktual}}$ dalam kondisi nilai ITP tiap tahunnya pada persamaan dasar. Penurunan ini didapatkan dengan mengacu pada perbandingan berapa kalinya kelebihan sejumlah lintasan akibat beban aktual terhadap sejumlah lintasan rencana.

2. Perhitungan $W_{t_{aktual}}$

Diketahui LER aktual 1006,946 lintasan sumbu standar.

$$W_{t_{aktual}} = 1145.59 \times 365 \times 1 = 418139,2557 = 0,418 \cdot 10^6$$

$$W_{t_{rencana}} = 982,028 \times 365 \times 1 = 358440,2 = 0,358 \cdot 10^6$$

$$\frac{W_{t_{aktual}}}{W_{t_{rencana}}} = \frac{0,368 \times 10^6}{0,358 \times 10^6} = 1,167$$

Dari hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa $W_{t_{aktual}}$ mempunyai nilai 1,167 kalinya terhadap sejumlah lintasan rencana. Perhitungan selanjutnya adalah memasukkan nilai $W_{t_{aktual}}$ kedalam persamaan dasar.

$$W_{t_{aktual}} = 1,167 \times W_{t_{rencana}}$$

$$W_{t_{rencana}} = \frac{W_{t_{aktual}}}{1,167}$$

$$\text{Umur} = \text{tahun ke } 1$$

$$\text{Rencana IPO} = 3,9 ; \text{IPt} = 1,41$$

$$L1 = 18 ; L2 = 1$$

3. Perhitungan $W_{t_{aktual}}$

Persamaan telah disederhanakan menjadi

$$\text{Log}(W_t) = 5,93 + 9,36 \text{ Log } (ITP + 1) - 4,79 \text{ Log } (L_1 + L_2) + 4,33 \text{ Log } (L_2)$$

$$+ \frac{\text{Log} \frac{IP_0 - IP_1}{IP_0 - 1,5}}{0,40 + \frac{0,081 L_1 + L_2^{3,23}}{ITP + 1^{5,19} \times L_2^{3,23}}}$$

$$\text{Log}(W_t) = 9,36 \text{ Log } (ITP + 1) - 0,20 + \frac{\text{Log} \frac{IP_0 - IP_1}{IP_0 - 1,5}}{0,40 + \frac{0,081 L_1 + L_2^{3,23}}{ITP + 1^{5,19} \times L_2^{3,23}}}$$

Persamaan pada ruas kiri di atas merupakan persamaan sejumlah lintasan sumbu standar pada nilai IP dan ITP tertentu yang diakibatkan oleh beban aktual. Pada tahun 1 sejumlah lintasan akibat beban rencana dapat dihitung menggunakan persamaan tersebut dengan persamaan seperti dibawah ini.

$$\text{Log } W_{t_{aktual}} = (9,36 \text{ Log } (1,41 + 1) - 20 + \frac{\text{Log} \frac{3,9 - 1,41}{3,9 - 1,5}}{0,40 + \frac{1094}{1,41 + 1^{5,19}}})$$

$$\text{Log } W_{t_{aktual}} = (9,36 \text{ Log } (2,41) - 20 + \frac{\text{Log} \frac{3,9 - 1,41}{3,9 - 1,5}}{0,40 + \frac{1094}{1,41 + 1^{5,19}}})$$

$$\text{Log } W_{t_{aktual}} = 3,377$$

$$\text{Log } W_{t_{rencana}} = \frac{3,377}{1,167}$$

$$\text{Log } W_{t_{rencana}} = 2,894$$

$$W_{t_{rencana \text{ tahun } 1}} = 10^{2,894} = 782,969 \text{ lintasan}$$

Untuk perhitungan $W_{t_{aktual}}$ tahun berikutnya selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.7. Setelah jumlah lintasan sumbu tunggal selama umur rencana

($W_{t\text{rencana}}$ dan $W_{t\text{aktual}}$ terkoreksi) diketahui. Penurunan umur rencana dihitung dengan rumus:

$$UP = (W_{t\text{aktual}} / W_{t\text{rencana}}) \times UR$$

$$UP = (6733631,8836 / 74947008,829) \times 5$$

$$UP = 0,449$$

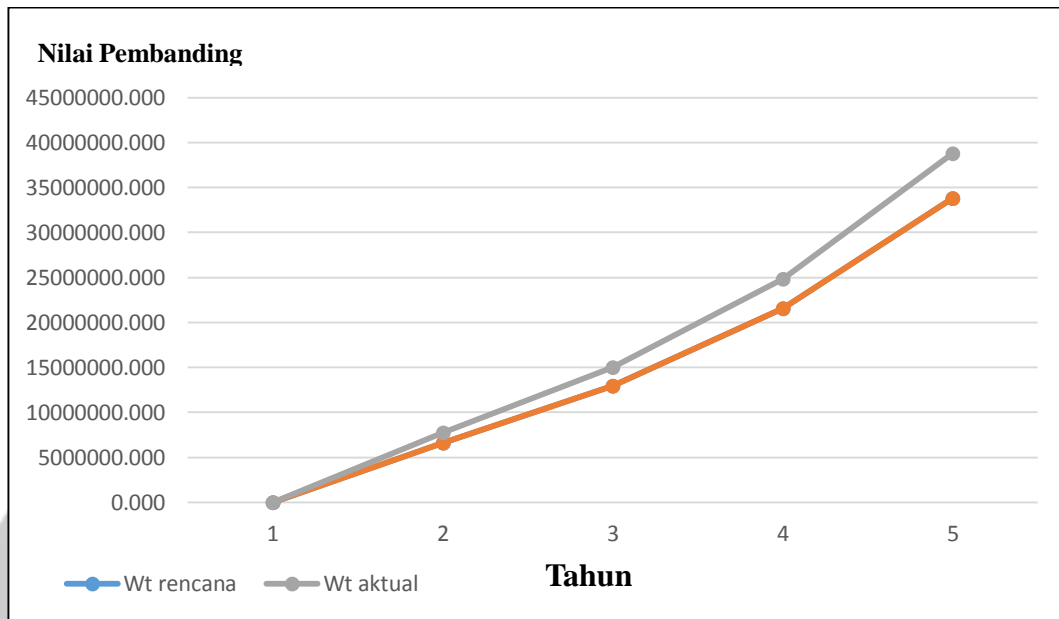
Pengurangan Umur Perbaikan Jalan = 0,449 tahun

Jadi pengurangan umur rencana jalan menjadi $5 - 0,4409 = 4,551$

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Nilai $W_{t\text{rencana}}$ dan $W_{t\text{aktual}}$

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Nilai $W_{t\text{rencana}}$ dan $W_{t\text{aktual}}$									
Jenis Sumbu	Tunggal								
L2 (jenis sumbu)	1								
L1 (beban kendaraan)	18								
$W_{t\text{rencana}}$	358440,22								
$W_{t\text{aktual}}$	418139,256								
I_{po}	3,9								
I_{pt}	2,5								
UR	5								
Persamaan lintasan									
$Gt = \log(I_{po} - I_{pt}) / (I_{po} - 1,5)$					$\log(W_t) = 5,93 + 9,36\log(ITP+1) - 4,79\log(L1+L2) + 4,33\log(L2) + Gt\beta$				
$\beta = 0,4 + (0,081(L1+L2)^{3,23}) / ((ITP+1)^5,18 + (L2^{3,2}))$									
UR	I_{po}	I_{pt}	ITP	Gt	β	Log $W_{t\text{rencana}}$	Log $W_{t\text{aktual}}$	$W_{t\text{rencana}}$	$W_{t\text{aktual}}$
1	3,9	1,41	1,41	0,016	11,641	3,377	2,895	2382,61009438	785,056
2	3,9	1,13	4,473	0,062	0,559	6,821	5,847	6624201,08662639	703492,003
3	3,9	0,85	4,753	0,104	0,523	7,112	6,096	12931981,25938730	1248276,039
4	3,9	0,57	4,952	0,142	0,503	7,334	6,287	21557454,51012540	1934448,039
5	3,9	0,29	5,124	0,177	0,489	7,529	6,454	33830989,36291530	2846630,746
Total								74947008,829	6733631,8836484

Gambar diatas menunjukkan bahwa suatu perkerasan direncanakan untuk mendukung sejumlah repetisi beban kendaraan sumbu standar pada indeks tebal perkerasan (ITP) dan pada indeks permukaan (IP) yang telah ditentukan selama umur rencana. Jika terjadi kelebihan beban maka dapat mempercepat penurunan nilai indeks permukaan yang mengakibatkan berkurangnya umur pelayanan yang mampu didukung oleh perkerasan.



Gambar 5.2 Grafik Perbandingan $Wt_{rencana}$ dan Wt_{aktual}

Grafik diatas menjelaskan bahwa pada nilai indeks tebal perkerasan (ITP) tertentu, semakin besar beban lalu lintas yang melewati perkerasan jalan maka semakin sedikit jumlah repetisi beban yang dapat ditampung oleh perkerasan tersebut.

5.5 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi penyimpangan beban kendaraan angkutan barang terhadap beban rencana. Penurunan umur rencana jalan dari 5 tahun menjadi 4,551 tahun dengan besar penyimpangan beban kendaraan aktual sebagai berikut:

1. Kendaraan ringan JBI 2 ton menjadi 2,622 ton.
2. Truk dengan JBI 8 ton menjadi 8,513 ton.
3. Truk dengan JBI 14 ton menjadi 14,92 ton.
4. Truk dengan JBI 21 ton menjadi 23,62 ton.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengolahan dan analisis data maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Muatan kendaraan yang melebihi muatan sumbu terberat (MST) mempengaruhi kekuatan lapis perkerasan sehingga mengurangi umur rencana teknis jalan dari 5 tahun menjadi 4,551 tahun.
2. Pada kendaraan ringan dengan JBI 2 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 2,622 ton atau sebesar 1,311 kali lipatnya . Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,311 kali lipatnya (131,1%) akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 2,954 (atau $1,311^4$).
3. Pada kendaraan dengan JBI 8 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 8,513 ton atau sebesar 1,064 kali lipatnya. Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,064 kali lipatnya 106,4% akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 1,282 (atau $1,064^4$).
4. Pada kendaraan dengan JBI 13 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 14,92 ton atau sebesar 1,148 kali lipatnya. Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 1,148 pangkat empatnya atau 114,8% akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 1,737 (atau $1,148^4$).

5. Pada kendaraan dengan JBI 21 ton terjadi penyimpangan beban sebesar 23,62 ton atau sebesar (1,124) kali lipatnya. Ini menunjukkan bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 112,4% pangkat empatnya atau 109,3% akan berakibat peningkatan daya rusak sebesar 1,427 (atau 1,093 4).
6. Kendaraan angkutan barang yang melebihi muatan (*overloading*) tidak hanya menyebabkan pengurangan umur rencana jalan tetapi juga kerusakan pada aspal seperti lubang, retak buaya dan distorsi.

6.2 Saran

Saran – saran yang diberikan terkait dengan hasil dari penelitian:

1. Perlu dilakukan penindakan yang tegas terhadap pelanggaran kendaraan angkutan barang yang melebihi Muatan Sumbu Terberat (MST) yaitu sanksi penurunan dan sanksi tidak boleh melewati jalan atau peringatan kepada perusahaan dan denda kepada perusahaan secara langsung.
2. Akibat dampak dari kendaraan angkutan barang yang melebihi muatan adalah kerusakan pada jalan, maka seharusnya jembatan timbang dilimpahkan ke Bina Marga Provinsi Daerah Sumatera Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayu Irawan T.A., 2012, *Pengaruh Kendaraan Angkutan Barang Muatan Lebih (overload) pada Perkerasan dan Umur Jalan, Studi Kasus di Jembatan Timbang Salam, Magelang*
- Departemen Pekerjaan Umum 1987, *Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya Metode Analisa Komponen*, Jakarta
- Direktorat Jendral Bina Marga No : 03/MN/B/1983, *Tentang Manual Pemeliharaan* (Sukirman, silvia, 1999)
- Negara Republik Indonesia, *Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004, Tentang Jalan*
- Negara Republik Indonesia, *Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*
- Standar Geometri Jalan Perkotaan RSNI T – 14 – 2004 diakses 24 Maret 2017, <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2011/01/15307004-rsnistandar-geometrik-jalan-perkotaan-2004.pdf>*
- Sudarman, 2011, *Perancangan Perkerasan Jalan* diakses 27 Maret 2016, <http://sudarman28.blogspot.co.id>
- Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan 81 Tahun 2004 *Tentang Kewenangan Menentukan Standar Batas Maksimum Muatan dan Berat Kendaraan Pengangkutan Barang Provinsi Sebagai Daerah Otonom*
- Surya darma. H.Y., dan Susanto. B, 1999, *Rekayasa Jalan Raya*, Penerbit Universitas Atmajaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Wignall, 1999, *Proyek Jalan: Teori dan Praktek, Edisi Keempat*, Erlangga, Jakarta

Lampiran 1

Rekapitulasi Jumlah Kelebihan Muatan Tahun 2014-2016

Tahun 2014

no	bulan	total ditimbang	melanggar	tidak melanggar
1	Januari	4832	553	4279
2	Februari	4071	372	3699
3	Maret	4592	493	4099
4	April	4753	511	4242
5	Mei	4528	477	4051
6	Juni	4916	680	4236
7	Juli	5408	852	4556
8	Agustus	2517	258	2259
9	September	5036	777	4259
10	Oktober	5398	752	4646
11	November	4921	793	4128
12	Desember	5056	896	4160
Jumlah (4 bulan terakhir)		20411	3218	17193

Tahun 2015

no	bulan	total ditimbang	melanggar	tidak melanggar
1	Januari	5220	992	4228
2	Februari	5137	1078	4059
3	Maret	5258	780	4478
4	April	4729	746	3983
5	Mei	4927	672	4255
6	Juni	4910	800	4110
7	Juli	3297	725	2572
8	Agustus	4389	950	3439
9	September	5153	1331	3848
10	Oktober	5151	837	4263
11	November	4745	480	4265

12	Desember	4590	638	3952
Jumlah (4 bulan terakhir)		19639	3286	16328

Tahun 2016

no	bulan	total ditimbang	melanggar	tidak melanggar
1	Januari	-	-	-
2	Februari	-	-	-
3	Maret	-	-	-
4	April	-	-	-
5	Mei	-	-	-
6	Juni	-	-	-
7	Juli	-	-	-
8	Agustus	-	-	-
9	September	4950	870	4080
10	Oktober	5398	611	4787
11	November	4745	1184	3561
12	Desember	5204	1004	4200
Jumlah (4 bulan terakhir)		20297	3669	16628

Lampiran 2

Hasil Timbang Kelebihan Beban Kendaraan Ringan JBI 2.000 Kg (2 ton)

No	Plat Kendaraan	Asal	Tujuan	Ditimbang (ton)
1	BK 9074 TL	Kab. Simalungun	Medan	2.81
2	BK 4252 W	Pematang siantar	Deli Serdang	2.67
3	BK 5008 ST	Kab. Karo	Balige	2.55
4	BK 4142 N	Tebing tinggi	Balige	2.31
5	BK 4801 NO	Tebing tinggi	Tarutung	2.9
6	BK 5240 RS	Pematang siantar	Lubuk Pakam	2.22
7	BK 5224 AA	Pematang siantar	Dolok Sanggul	2.38
8	BK 2010 AE	Medan	Siantar	2.45
9	BK 7273 L	Medan	Siantar	2.82
10	BK 4150 LT	Medan	Siantar	2.99
11	BK 5612 R	Binjai	Balige	2.44
12	BK 6201 TL	Kab. Simalungun	Pekanbaru	2.67
13	BM 6550 XS	Kab. Serdang	Pematang Siantar	2.8
14	BK 9008 G	Medan	Parapat	2.72
15	BM 8071 XS	Kab. Kuantan Singingi	Tebing Tinggi	2.6
16	BM 8998 BU	Indragiri Hulu	Pematang Siantar	2.34
17	BK 7280 FX	Pematang Siantar	Parapat	2.17
18	BL 9007 LA	Aceh	Tarutung	2.88
19	BK 4155 KNL	Medan	Siborong Borong	2.75
20	BM 5570 CN	Kab. Pelalawan	Medan	2.81
21	BK 1402 AE	Pekanbaru	Medan	2.67
22	BM 2183 LO	Pekanbaru	Medan	2.82

Lampiran 3

Hasil Timbang Kelebihan Beban Kendaraan JBI 8.000 Kg (8 ton)

No	Plat Kendaraan	Asal	Tujuan	Ditimbang (ton)
1	BL 7089 B	Kab. Aceh Besar	Seribudolok	8.5
2	BK 8901 RS	Binjai	Pekanbaru	8.2
3	BK 2101SE	Kab. Karo	Pematang Siantar	8.9
4	BK 3120 NN	Tebing Tinggi	Sibolga	8.6
5	BL 4345 JT	Aceh	Tarutung	8.8
6	BK 4554 WQT	Pematang Siantar	Tarutung	8.5
7	BK 1701	Medan	Pekanbaru	8.6
8	BM 1501 FU	Kab. Kampar	Lubuk Pakam	8.3
9	BK 4508	Medan	Sibolga	8.6
10	BK 5601	Pekanbaru	Tebing Tinggi	8.5
11	BK 1072	Siborongborong	Binjai	9
12	BM 4840 QS	Pekanbaru	Belawan	8.8
13	BK 1077	Sitorang	Sei Rampah	8.2
14	BK 4749	Aek Nabara	Belawan	8.1
15	BM 2912 TZ	Pekanbaru	Medan	8.1

Lampiran 4

Hasil Timbang Kelebihan Beban Kendaraan JBI 13.000 Kg (13 ton)

No	Plat kendaraan	Asal	Tujuan	Ditimbang (ton)
1	BK 1102 ZT	Pematang Siantar	Balige	13.5
2	BK 1718 JU	Tanjung Balai	Medan	14
3	BM 1920 LO	Pematang Siantar	Medan	15
4	BM 8099	Pematang Siantar	Medan	13.7
5	BK 9020 N	Pematang Siantar	Medan	16
6	BK 7012 N	Pekanbaru	Pematang Siantar	15.2
7	BK 6089 WS	Medan	Pematang Siantar	14
8	BL 9771 MA	Medan	Pematang Siantar	14
9	BK 8110 VLX	Medan	Pematang Siantar	14.3
10	BK 8170 QN	Medan	Seribudolok	13.2
11	BK 7080 MA	Serbelawan	Tarutung	15.8
12	BK 4530 YZ	Serbelawan	Tarutung	16.9
13	BK 3552 SE	Medan	Parapat	16
14	BK 4519 PU	Medan	Pekanbaru	14
15	BM 1170 S	Medan	Pematang Siantar	16.3
16	BL 3141 B	Binjai	Pematang Siantar	17
17	BK 2515 RS	Pekanbaru	Tebing Tinggi	17
18	BK 1989 NO	Pekanbaru	Medan	13.5
19	BK 3115 PA	Pekanbaru	Tebing Tinggi	14
20	BL 7489 G	pekanbaru	Tebing Tinggi	15

Lampiran 5

Hasil Timbang Kelebihan Beban Kendaraan JBI 21.000 Kg (21 ton)

No	Plat Kendaraan	Asal	Tujuan	Ditimbang (ton)
1	BK 1874	Pekanbaru	Medan	21.4
2	BK 8906	Pematang Siantar	Tebing Tinggi	21.8
3	BM 1736	Pematang Siantar	Tebing Tinggi	22
4	BK 9669	Pematang Siantar	Medan	22
5	BK 7287	Pematang Siantar	Medan	21
6	BM 1482	Pekanbaru	Tebing Tinggi	25
7	BK 2423	Pekanbaru	Tebing Tinggi	22
8	BK 9056	Pekanbaru	Tebing Tinggi	26
9	BK 8012	Pekanbaru	Tebing Tinggi	28
10	BK 1891	Pekanbaru	Tebing Tinggi	27

Lampiran 6

Rekapitulasi Beban Melanggar Masing Masing Kendaraan

Rekapitulasi Beban Kendaraan Melanggar Kendaraan Ringan

Hasil Timbang (ton)	Banyak	Beban x n (ton)
2.81	1	2.81
2.67	1	2.67
2.55	1	2.55
2.31	1	2.31
2.9	2	5.8
2.22	1	2.22
2.38	1	2.38
2.45	1	2.45
2.82	2	5.64
2.44	1	2.44
2.67	2	5.34
2.8	1	2.8
2.72	1	2.72
2.6	1	2.6
2.34	1	2.34
2.17	1	2.17
2.88	1	2.88
2.75	1	2.75
2.81	1	2.81
Jumlah	22	57.68
Rerata		2.621818182

Rekapitulasi Beban Kendaraan Melanggar JBI 8 ton

Hasil Timbang (ton)	Banyak	Beban x n (ton)
8.1	2	16.2
8.2	2	16.4
8.3	1	8.3
8.5	3	25.5
8.6	3	25.8
8.8	2	17.6
8.9	1	8.9
9	1	9
Jumlah	15	127.7
Rerata	8.513333333	

Rekapitulasi Beban Kendaraan Melanggar JBI 13 ton

Hasil Timbang (ton)	Banyak	Beban x n (ton)
13.2	1	13.2
13.5	2	27
13.7	1	13.7
14	5	70
14.3	1	14.3
15	2	30
15.2	1	15.2
15.8	1	15.8
16	2	32
16.3	1	16.3
16.9	1	16.9
17	2	34
Jumlah	20	298.4
Rerata	14.92	

Rekapitulasi Beban Kendaraan Melanggar JBI 21 ton

Hasil Timbang (ton)	Banyak	Beban x n (ton)
20.4	1	21.4
20.8	1	21.8
21	1	21
22	3	66
25	1	25
26	1	26
27	1	27
28	1	28
Jumlah	10	236.2
Rerata		23.62